

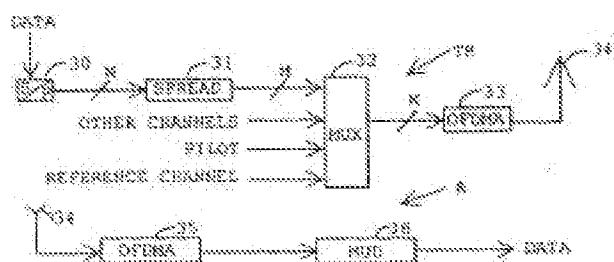
# Transmitting and receiving method and radio system

Bibliographic data	Description	Claims	Original document	INPADOC legal status
<b>Publication number:</b>	CN1205142 (A)			<b>Also published as:</b>
<b>Publication date:</b>	1999-01-13			CN1148902 (C) WO9810542 (A2) WO9810542 (A3) US6282185 (B1) NO982013 (A)
<b>Inventor(s):</b>	HAEKKINEN HANNU [FI]; HOTTINEN ARI [FI]; KOKKONEN MIKKO [FI]			
<b>Applicant(s):</b>	NOKIA TELECOMMUNICATIONS OY [FI]			
<b>Classification:</b>				
- <b>international:</b>	H04J1/00; H04J11/00; H04J13/06; H04L5/02; H04Q7/38; H04J1/00; H04J11/00, H04J13/02; H04L5/02; H04Q7/38; (IPC1-7): H04J11/00			
- <b>European:</b>	H04L5/02Q1			
<b>Application number:</b>	CN19971091375 19970905			<a href="#">more &gt;&gt;</a>
<b>Priority number(s):</b>	FI19960003479 19960905			
<a href="#">View INPADOC patent family</a>				
<a href="#">View list of citing documents</a>				
<a href="#">Report a data error here</a>				

Abstract not available for CN 1205142 (A)

Abstract of corresponding document: **WO 9810542 (A2)**

The invention relates to a transmitting and receiving method and a radio system. In a transmitter (TR) the signals (37) to be transmitted are spread coded in means (31) and modulated by subcarriers in means (33). In a receiver (R) the signals are demodulated in means (35) and submitted to



multiuser detection in means (36) by using the subcarriers to limit the number of detectable signals in the means (35). The receiver (R) uses multiuser detection for reducing multiple access interference and correcting frequency-selective fading.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database — Worldwide

## [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 97191375.7

[43] 公开日 1999 年 1 月 13 日

[11] 公开号 CN 1205142A

[22] 申请日 97.9.5 [21] 申请号 97191375.7

[30] 优先权

[32] 96.9.5 [33] FI [31] 963,479

[86] 国际申请 PCT/FI97/00525 97.9.5

[87] 国际公布 WO98/10542 英 98.3.12

[85] 进入国家阶段日期 98.6.4

[71] 申请人 诺基亚电信公司

地址 芬兰埃斯波

[72] 发明人 汉努·哈奇南 阿里·豪蒂南  
米考·克考南 里斯托·威奇曼

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事

务所

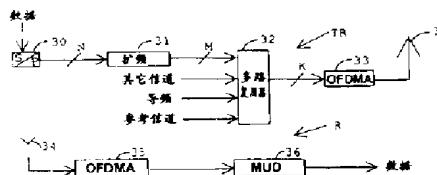
代理人 付建军

权利要求书 3 页 说明书 7 页 附图页数 1 页

[54] 发明名称 发射和接收方法及无线电系统

[57] 摘要

本发明涉及一种发射和接收方法以及一个无线电系统。在发射机(TR)中，被发射的信号(37)在装置(31)中扩频编码，并且在装置(33)中由副载波加以调制。在接收机(R)中，信号在装置(35)中解调，并由副载波交给装置(36)中的多用户检波，以便限制在装置(35)中的可检波信号数量。接收机(R)为了减少多址干扰和校正频率选择衰减而使用多用户检波。



## 权利要求书

1. 在数字无线电系统中使用的一种发射和接收方法，该系统至少包括一个基站（1）和一个用户终端（2到4），依靠发射和接收信号（6到8）进行彼此之间的通信，本方法的特征在于：在发射方面，按照 OFDMA/CDMA 方法由副载波（20到23）对信号（6到8）进行扩频编码和调制；而在接收方面，通过使用副载波（20到23）在多用户检波中选择被检波的信号来对信号（6到8）进行解调和多用户检波，从而减少了多用户检波中的信号数量。

2. 权利要求1中所述的方法，其特征在于：在接收方面，由于多址干扰和频率选择性衰减引起信号（6到8）质量发生变化，对可检测信号进行多用户检波以便减少多址干扰和/或校正选择性衰减。

3. 权利要求1中所述的方法，其特征在于：在接收方面，以副载波（20到23）为基础，选择被检波的一预定信号组。

4. 权利要求1中所述的方法，其特征在于：在接收方面，以副载波（20到23）为基础，只选择一个信号进行检波。

5. 权利要求1中所述的方法，其特征在于：由于副载波（20到23）保留了给定的频段，在此频段中非均匀地选择副载波。

6. 权利要求1中所述的方法，其特征在于：该方法尤其使用在一个无线电系统的下行方向中，用基站(1)对信号（6到8）进行扩频编码和调制以及用户终端(2到4)对信号（6到8）进行多用户检波。

7. 权利要求1中所述的方法，其特征在于：在调制时，以预定方式改变每个扩频编码信号（6到8）的调制副载波（20到23）以便副载波（20~23）完成跳跃。

8. 权利要求7中所述的方法，其特征在于：副载波（20到23）的跳频是通过基本上均匀利用整个频段实现的。

9. 权利要求7中所述的方法，其特征在于：副载波（20到23）

的跳频是在仅一个传输信号可以采用的时刻通过一副载波正交地实现。

10. 权利要求 7 中所述的方法，其特征在于：在接收时利用副载波（20 到 23）的跳跃序列选择被检波的单个或多个信号。

11. 一个至少包括一个基站（1）、一个用户终端（2 到 4）以及发射和接收数字信号（6 到 8）的发射机（TR）和接收机（R）的无线电系统，其特征在于：发射机（TR）包括用于扩频编码的装置（31）和用于按照 OFDMA/CDMA 方法由副载波（20 到 23）调制发射信号（6 到 8）的装置（33），并且接收机（R）包括以副载波（20 到 23）为基础用于选择可检波信号的解调装置（35）以及用于对接收到的信号进行多用户检波的装置（36）。

12. 权利要求 11 中所述的无线电系统，其特征在于：接收机（R）用于实施多用户检波以便在多址干扰和频率选择性衰减引起的信道中信号质量变化时减少多址干扰和/或校正选择性衰减。

13. 权利要求 11 中所述的无线电系统，其特征在于：以副载波（20~23）为基础，解调装置（35）用于选择一被检波的预定信号组。

14. 权利要求 11 中所述的无线电系统，其特征在于：解调装置（35）以副载波（20 到 23）为基础，用于只选择一个被检波信号。

15. 权利要求 11 中所述的无线电系统，其特征在于：由于副载波（20 到 23）保留一特定的频段，调制装置（33）用于从该频段中非均匀地选择调制副载波（20 到 23）。

16. 权利要求 11 中所述的无线电系统，其特征在于：基站（1）是发射机（TR），而用户终端（2 到 4）是接收机（R）。

17. 权利要求 11 中所述的无线电系统，其特征在于：调制装置（33）以预定方式改变调制每个扩频编码信号的副载波（20 到 23），从而实现副载波（20 到 23）的跳跃。

18. 权利要求 17 中所述的无线电系统，其特征在于：由于副载波（20 到 23）保留了一特定的频段，调制装置（33）用于基

本上均匀地利用整个频段来完成副载波跳跃。

19. 权利要求 17 中所述的无线电系统，其特征在于：调制装置（33）用于在仅一个传输信号可以采用的时刻，通过以一个副载波（20~23）正交地实现副载波跳跃。

20. 权利要求 17 中所述的无线电系统，其特征在于：解调装置（35）利用副载波（20 到 23）跳跃序列来选择检波的一个或多个信号。

## 说 明 书

## 发射和接收方法及无线电系统

本发明涉及数字无线电系统中使用的一种发射和接收方法，该系统包括至少一个基站和一个用户终端，借助于发射和接收信号彼此通信。

本发明还涉及一个无线电系统，包括至少一个基站和一个用户终端并带有发射和接收数字信号的发射机和接收机。

在 CDMA（码分多址）方法中，用一个频率比数字信号高得多的扩频码把窄频带的用户数据信号乘以一个相对宽的频带。通过相乘，数据信号被扩展到整个在用的频带。所有的用户都使用相同的频带同时发送。本目的是选择基本上互相正交的扩频码，即彼此最小相关的码。

以常规方式实现的 CDMA 接收机中，利用数据信号再次乘以与发送阶段相同的扩频码，使它在接收机中恢复到原来的波段。其它用户的信号使所收到的信号失真而妨碍对希望接收信号的检波。在用户之间产生的这种干扰称为多址干扰。

在 OFDMA（正交频分多址）方法中，发射信号的扩频编码的符号序列由分布于宽频带的副载波进行调制。OFDMA 调制通常由逆富里叶变换实现。

多径传播会导致无线电系统信道上的失真或串音。在 CDMA 系统中，这种情况可以检测到。此时，原来与正交扩频码进行扩频编码的信号，在到达接收机时，不再是正交的，在不同信道的信号间出现串音。在 OFDMA 系统中，副载波的频率选择性衰减妨害了检波。在 CDMA 系统中，用干扰消除来校正串音。在 OFDMA 系统中，频率选择性衰减依靠纠错来补偿。

然而，所有消除多径传播产生的串音的方法的复杂性比被处理的信息/位串的数量增加的更快。所以众所周知的方法不能解决这一问题。

本发明的目的在于实现一种方法和无线电系统，其中它可以减少信息处理数量，从而能够更好地消除各种干扰。

依靠前面所述方法可以达到这一目的，其特征在于：在发射时，由副载波按照 OFDMA/CDMA 方法将信号扩频编码并加以调制；而在接收时，通过使用副载波在多用户检波中选择被检波的信号来对信号进行解调和多用户检波，从而减少多用户检波中的信号数量。

本发明的无线电系统特征在于：发射机包括扩频编码的装置以及用副载波按照 OFDMA/CDMA 方法调制发射信号的装置，而接收机包括以载波信号为基础的用以选择可检波信号的解调装置，还包括对接收到的信号进行多用户检波的装置。

本发明的方法具有很多好处。本发明的方法通过简单的接收机实现装置得到了良好的对信道隔离和信号多径传播引起的干扰的承受能力。

下面参照附图中的例子更详细地描述本发明，其中：

图 1 显示一个无线电系统；

图 2 显示副载波的跳频； 并且

图 3 显示一个发射机和一个接收机的结构。

本发明提供的解决方法特别适用于 OFDMA/CDMA 无线电系统，然而并不局限于此。

图 1 显示一个典型的数字无线电系统，它包括基站 1、用户终端 2 到 4 和基站控制器 5。基站 1 和用户终端 2 到 4 利用信号 6 到 8 通信。基站 1 和基站控制器 5 经由数字传输链路 9 通信。用户终端 2 到 4 通常是移动电话。基站 1 和用户终端 2 到 4 之间的信号 6 到 8 是由数字化信息组成的，包括：用户产生的话音或数据，或者是无线电系统产生的控制信息。

现在我们更仔细地考察本发明的方法，它的解决方法是以 CDMA/OFDMA 方法为基础的。在数字无线电系统中，进行基站和用户终端之间的通信，特别适宜采用 CDMA/OFDMA 方法。在此方法中，按照 CDMA 方法进行的传输信号的扩频编码和按照 OFDMA 方法进行的副载波信号调制被恰当地结合起来，并且接着

6. 16. 0

在接收机中对信号解调和进行多用户检波。特别恰当的是，把多用户检波与 CDMA/OFDMA 方法结合起来，因为这样可以把多径传播中产生的信号分量隔离开从而限制了可检波信号的数量，由此又可以减少多径传播所引起的串音。

在本发明的方法中，按照 CDMA 扩展信号时所用的方法是，（例如）把与被发射数据相关的每一个符号相乘，并且包括一位或一位与具有比数据更高频率的扩频码  $V$  的组合。扩频码  $V$ ，最好（例如）是 Walsh/Hadarmad 代码，因为它们之间是彼此正交的，即有最小的互相关性。把扩频编码的符号汇合为一个连续的扩频编码的符号序列，使它们很好地结合起来。这一方法可以用数学方式表达如下：

$$U = \sum_{i=1}^k b_i V_i = [u_0, u_1, K, u_{N_S-1}] \quad (1)$$

其中  $N_s$  是扩频码  $V_i$  的长度，而  $b_i$  在范围  $b_i \in [-1, 1]$  内表示传输的位数。

接收到的 OFDMA 信号可以表示成：

$$y(nt_s) = (-1)^n \sum_{l=0}^{L-1} \sum_{i=0}^{N_S} H_i^l u_i^l e^{j2\pi f_{BS,i}^l t} + N(t) \quad (2)$$

其中

$$f_{IN_s+1} = f_0 + \frac{IN_s + i}{T}$$

,  $T = T + \sigma$ ,  $\sigma$  是安全时间,  $N$  是副载波的总数,  $T_s$  是符号持续时间,  $N(t)$  是一个信号中的噪音之和, 而  $f_0$  是最低副载波频率。我们可以知道, 集合

$$|H_{ij}^l, u_j^l|$$

是信号集合

$$\left[ y(nt_s) \frac{(-1)^n}{N} \right]$$

的一个离散的富里叶变换（DFT）。按照现有的技术，CDMA/OFDMA 无线电系统的副载波是由（例如）离散逆富里叶变换从待发射信号中产生的。DFT 随后又产生一个滤波器库 (filter bank)，其中每个滤波器都适用于一个多路副载波。为了与现有的技术一致，DFT 变换最好以快速富里叶变换即 FFT 变换实

# 第五章 CDMA/OFDMA

现。因此，就可以用逆 FFT 变换产生一 OFDMA 信号。当比信道脉冲响应更长的安全时间  $\sigma$  在每个符号间恰当预定时，由于与符号持续时间相比，信道特性的变化更慢，所以在接收中符号不会相混。在出版物中已经对 CDMA/OFDMA 方法有更详细的描述：**Performance of CDMA/OFDMA for Mobile Communication System**，Khaled Fazel，IEEE ICUP'93，975 页到 979 页，1993 年。该文可作为参考。

根据本发明，在接收到 CDMA/OFDMA 信号时，最好以 FFT 变换进行 OFDMA 解调并使用以下原理进行多用户检波：

$$\hat{x} = \text{sgn } H^{-1}y = R^{-1}\tilde{y} \quad (3)$$

其中

$\hat{x}$

表示发射信号的符号/位， $H^{-1}$  是扩频码  $V$  的互相关矩阵的逆矩阵， $y$  是在相适应的滤波器输出端所接收到的信号， $R^{-1}$  是一个归一化(normalized)的互相关矩阵，而

$\tilde{y}$

是相适应的滤波器的规格化输出，在接收机中常用来校正信道引起的信号失真。

可用多种方法逼近一个理想的接收机。在 CDMA 系统中，使用了多种方法进行多用户检波 (MUD)。最常见的方法有：线性多用户检波、去相关检波器和多级检波器。在以下参考文献中对这些方法有更详细的描述：Varanasi 和 Aazhang 的《Multistage detection for asynchronous code division multiple access communications》，来自 IEEE Transactions on Communications，vol.38，509 页到 519 页，1990 年 4 月；Lupas 和 Verdu 的《Linear multiuser detectors for synchronous code-division multiple access channel》，来自 IEEE Transactions on Information Theory，vol.35，No.1，123 页到 136 页，1989 年 1 月以及 Lupas 和 Verdu 的《Near-far resistance of multiuser detections in asynchronous channels》，来自 IEEE Transactions on

Communications, vol.38, 1990年4月。然而，与这些方法相伴的是许多需要计算能力的运算，例如矩阵求逆运算。

解决多用户干扰引起的问题的另一个方法是使用干扰消除（IC）。在IC类型的解决方法中，用户通常以量级的次序被逐一检波，通过在检波下一个用户之前，先从所收到的传输中消除已检波用户信号的影响。作为这种方法的例子，专利出版物EP491668可作为参考，其中将以上类型的过程应用到一个CDMA蜂窝无线电系统。干扰消除方法比MUD类型的算法计算上更有效，但性能却更低，特别是在困难的接收条件下（例如在信号电平通常很弱的多径衰减中）。这些方法最适用于降低来自用户小区的干扰并由此而改善系统容量。

在本发明的方法中，进行多用户检波以便减少多址干扰和/或校正频率选择衰减，从而提高检波质量。

在本发明的解决方法中，接收到的信号也按照副载波进行分组或彼此分开。分配给每个信号或用户一组副载波。这允许为多用户检波选择所需的一组信号或者为检波只分出一个信号。此时副载波的作用是减少多用户检波中的信号数量。这就是说，没有按照扩频码来分开信号，而是把用到的全部扩频码都分配给所有的用户。

在本发明的解决方法中，现有技术的最大似然(likelihood)（ML）多用户检波，或者基于类似原理的多用户检波方法，分解扩频码，依靠信道估算得出对接收信号的估算，并将这些估算与实际收到的信号加以比较。根据最接近的估算来决定位或符号。信道估算以周知的方式得出的，（例如）来自包括预定符号的导频信号或参考信号和参考数据，或者来自一个或多个直接可检波信号。

在本发明的解决方法中，副载波是从频段中非均匀地选择出来的。因为可以避开无用的衰减情况（特别是在双向信道中），所以这是一个优点。进一步地，本发明的解决方法用于无线电系统的下行方向时，就尤其有益，该无线电系统的基站将信号扩频编码和调制，用户终端对发自基站的信号进行多用户检波。例如，此解决方法的一个好处是：在收到信号时，可以将之分组，以便只检波其中

某一部分。虽然在基站总还要对接收到的全部信号检波，使得副载波分组没有用处，但是这种解决方法减少了在用户终端所执行的计算量，从而也就减少了对计算能力的要求和能量消耗。

在本发明的方法中，以预定方式改变每个扩频编码信号的调制副载波频率来实现副载波的跳跃。这样，就可以按照载波发生的跳频方式（即跳跃序列）在接收到信号时把信号彼此分开。这一过程的首要目的是把不同基站多路复用到同一波段。

在本发明的方法中，通过基本上均匀利用整个频段来实现副载波跳频，这均匀地改善了所有信号的衰减容限。

在本发明的方法中，在仅一个传输信号可以采用的时刻，通过一载波正交地实现副载波跳频。在一个小区范围内，这一点很容易实现。这样就能使接收时的信号碰撞最少。

参照图 2 中显示了 OFDMA 调制器输出处的副载波跳频。y 轴表示频率，x 轴表示时间。在图 2 中，可能的副载波频率 c1 到 c16 是均匀的，而副载波 20 到 23 本身最好不均匀。作为跳跃的结果，当从瞬时 t1 到瞬时 t3 时，对所有信号来说，副载波 20 到 23 的频率都变化了。此外，副载波 20 到 23 还均匀地分布在 c1 到 c16 这一区间的频段内。

在图 3 中给出了发射机和接收机的框图。发射机 TR 包括一个串—并转换器 30、扩频编码装置 31、多路复用器 32、调制装置 33 和天线 34。接收机 R 包括一个天线 34、解调装置 35 和多用户检波装置 36。发射机 TR 和接收机 R 实现了本发明的方法。在发射机方面，把数据作为一个位串传输给串—并转换器 30，后者把串行模式的数据转换为并行模式。我们假定，串—并转换器 30 产生了并行模式的 N 位数据块。这些数据在装置 31 中用长度为 M 的扩展序列扩频编码成一个连续的数据流，31 的输出在多路复用器 32 中被求和。被求和的序列由最好是 OFDMA 调制器的装置 33 使用 K 个副载波调制。对 K 个副载波来说， $M < K$  为真。副载波调制出的和信号按照现有的技术经天线 34 发射。

在接收机天线 34 收到信号时，装置 35 用 FFT 变换分解所需的

## 权利要求书

一个或多个信号的副载波调制。装置 36 依照现有的技术把解调后的信号提交给多用户检波。装置 35 在调制的基础上把信号分组或分开，然后选择所需的一个或几个信号进行检波。

我们再研究本发明的解决方法的另一个例子。在此例中，本发明应用于一个无线电系统的下行方向，即从基站到用户终端的传输方向。基站用副载波调制一个传输信号并在提供了足够分集(**diversity**)来防止选择性衰减的带宽上发射产生的多载波信号。典型地，要使用成十成百的副载波。例如，每个信道/信号预定 8 个载波。信号信息也常以某种方式误码防护和交织，虽然这对本发明来说并不重要。待发射的信息被分成 8 位的组并且通过 8 个最好是 **Walsh-Hadamard** 序列的正交扩频码被扩频编码。扩频编码信号被求和并且这些 8 个信号被连接到副载波调制器，调制器中信号被调制成副载波。如果使用了跳频，那么副载波调制器也要以预定方式对每个信号的副载波进行跳频。一个信道最好只包括一个信号和一个副载波。在此种情况下，每个信道使用每第 10 个 OFDMA 信号用于时间上分开的一个 8 位组的传输。

多符号检波器中发生的多用户检波中通过检波信号和估算的信道响应提供了 8 个并行位/符号的检波。在这一阶段，可以使用众所周知的干扰消除和多径检波方法，因为原来正交的扩频码已经由于多径传播不再正交。当已经知道信道响应和扩频码时，可以减轻串音。出现在一个蜂窝内部信道之间的串音，仅源于多径传播。然而，由于信号维持时间相对较长，这种串音是可以忽略的。

在本发明的解决方法中，副载波调制最好作为线性调制实现，例如相位和振幅调制。

本发明的解决方法可以用 ASIC 或 VLSI 电路实现，特别是在进行数字信号处理时更是这样。实施的功能最好通过基于微处理器技术的软件来实现。

虽然上面参照附图的例子描述了本发明，但是可以知道，本发明并不局限于此。在附加的权利要求书中公布的本发明思想的范围内，本发明可以采用各种方式更改。

# 说明书附图

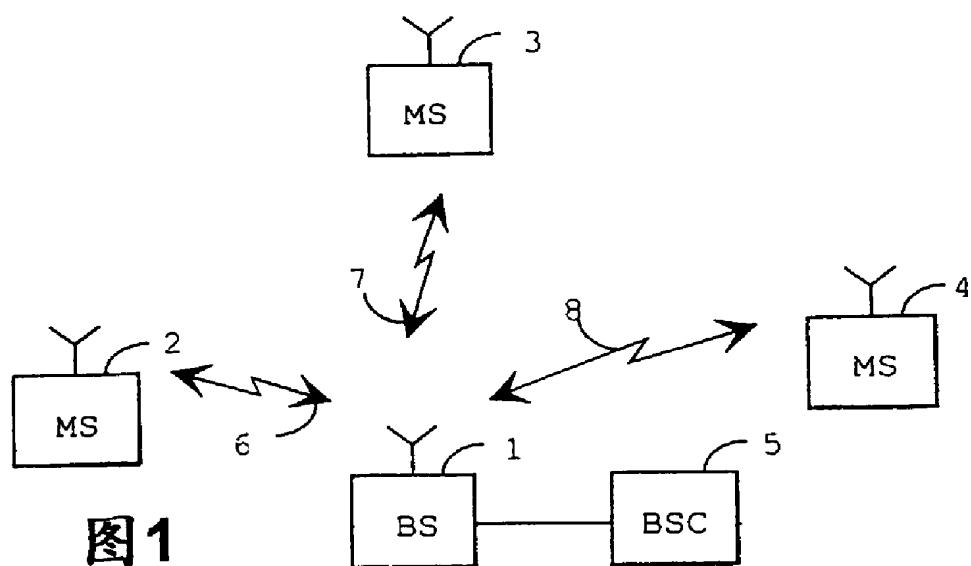


图1

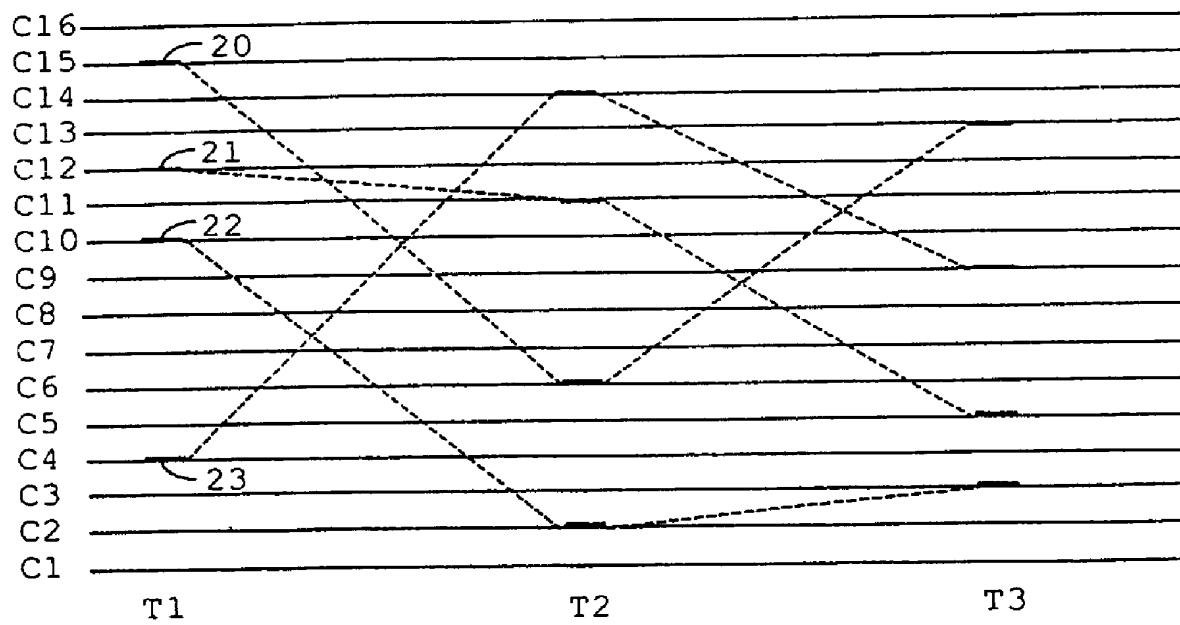


图2

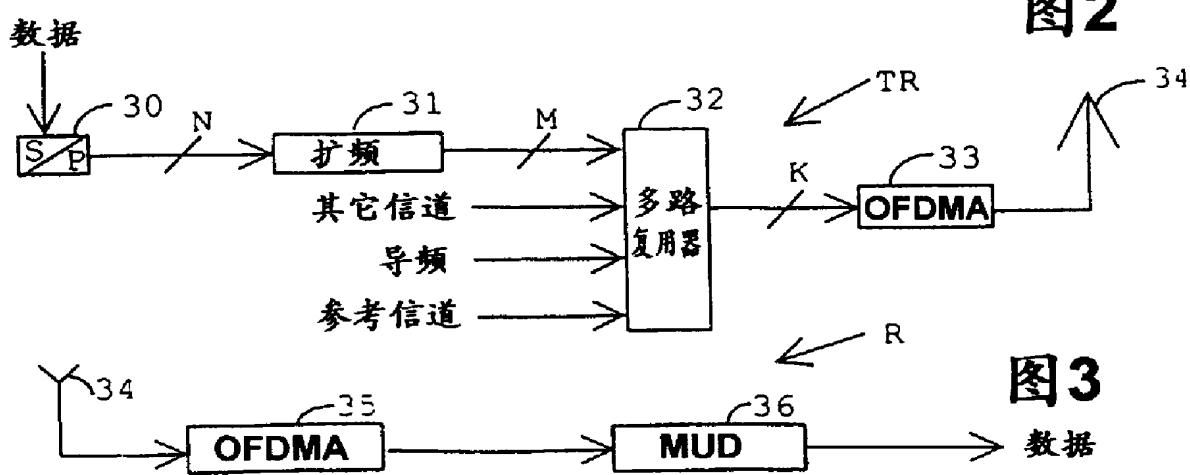


图3